

NGHIÊN CỨU DIỄN BIẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC VÀ GIẢI PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI TỪ AO NUÔI CÁ LÓC (*Channa striata*) LÓT BẠT

Phạm Văn Toàn*, Mai Phước Vinh, Nguyễn Văn Dũng

Trường Đại học Cần Thơ.

*Tác giả liên hệ: pvtoan@ctu.edu.vn

Nhận bài: 08/01/2021 Hoàn thành phản biện: 07/03/2021 Chấp nhận bài: 23/03/2021

TÓM TẮT

Nghề nuôi cá lóc ngày càng được chú trọng trong xu hướng phát triển ngành thủy sản ở Đồng bằng sông Cửu Long. Hình thức và quy mô nuôi cá được người dân áp dụng đa dạng, trong đó quy mô hộ gia đình thường khá phổ biến. Tuy nhiên, chất lượng nước trong ao nuôi chưa được quan tâm và kiểm soát tốt. Kết quả nghiên cứu cho thấy, chất lượng nước ao nuôi biến động qua từng thời điểm nuôi cá, lưu lượng xả thải khá lớn và đa phần là bị ô nhiễm hữu cơ và dưỡng chất. Kết quả xử lý nước thải ao nuôi cá lóc lót bạt bằng công nghệ plasma lạnh kết hợp keo tụ - tạo bông trên mô hình phòng thí nghiệm cho thấy, hiệu quả xử lý các chỉ tiêu SS, BOD₅, COD, photpho và coliforms đạt trên 70%. Nước sau khi xử lý đạt tiêu chuẩn QCVN 40:2011/BTNMT. Tuy nhiên, độ dẫn điện và hợp chất ni-tơ trong nước vẫn chưa xử lý triệt để, cần được cải thiện.

Từ khóa: Bể nuôi cá lóc lót bạt, Chất lượng nước, Keo tụ - tạo bông, Plasma lạnh, Xử lý nước thải

STUDY ON THE VARIANCE OF WATER QUALITY AND WASTEWATER TREATMENT OF SNAKEHEAD (*Channa striata*) FISH CULTURED IN LINED TANK POND

Pham Van Toan*, Mai Phuoc Vinh, Nguyen Van Dung

Can Tho University.

ABSTRACT

Raising snakehead fish has been paid attention to the development of aquaculture in the Mekong Delta recently. The snakehead fish raising models and scale are very diverse. However, the variance of water quality in the lined tank of snakehead fish culture has not been paid much attention and well-controlled. Results of water quality monitoring in a lined tank pond showed that the water of the tank was polluted by nutrients and organic compounds. In this study, wastewater treatment of the lined tank of snakehead fish culture was performed by a combination of the coagulation-flocculation, sedimentation, and cold plasma technologies at a lab-scale model. The results showed that the effluent treatment efficiency of the model reached over 70% for SS, BOD₅, COD, phosphorus, and coliforms. The quality of treated wastewater met the Vietnamese national regulation for industrial wastewater quality (QCVN 40:2011/BTNMT). However, the removal of nitrogen from the water via cold plasma was low effectiveness and electrical conductivity increased after treatment. It is necessary to be improved for further researches.

Keywords: Coagulation-flocculation, Cold plasma, Lined tank pond, Wastewater treatment, Water quality

MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, cá lóc (*Channa striata*) được nuôi phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) với nhiều hình thức đa dạng (nuôi ao, vèo, lồng/bè và

bê lót bạt) và mức độ thâm canh cao (Lê Xuân Sinh và Đỗ Minh Chung, 2009). Nghề nuôi cá lóc phát triển nhanh giai đoạn 2006 - 2016, khoảng 3,4 lần về diện tích và 4,6 lần về sản lượng (Khoa Thủy sản - Đại học

Cần Thơ, 2017), tập trung chủ yếu ở các tỉnh An Giang, Đồng Tháp, Hậu Giang, Cần Thơ và Vĩnh Long.

Cá lóc có đặc tính sinh tồn rất khỏe, có thể chịu đựng những điều kiện bất lợi của môi trường. Nhiệt độ thích hợp cho cá phát triển nằm trong khoảng 20 - 35°C, giới hạn chịu đựng của cá từ 15°C đến 40°C. Mặc dù khá nhạy cảm với sự thay đổi đột ngột của pH nước, cá lóc có thể sống trong cả môi trường nước axit và kiềm nhẹ. Chúng sống chủ yếu ở nước ngọt, nhưng vẫn chịu được nước lợ (Dương Nhựt Long và cs., 2014). Nhu cầu của thị trường tiêu thụ đã tạo ra thách thức đối với người nuôi trong việc đầu tư nhiều thức ăn và nuôi với mật độ cao. Điều này dẫn đến các vấn đề như: phát thải lượng nước thải và bùn thải lớn; dư thừa thức ăn, chất bài tiết gây ô nhiễm nguồn nước. Các độc tố hay các chất ô nhiễm phát sinh từ quá trình phân hủy chất thải trong ao nuôi gây trở ngại lớn đối với sự sinh trưởng và phát triển của cá. Các kết quả điều tra cho thấy, các hình thức nuôi cá lóc trong ao lót bạt cần được thay nước thường xuyên dẫn đến việc phát sinh nước thải khá lớn. Nước thải này chứa hàm lượng hữu cơ và dưỡng chất khá cao; ngoài ra, còn có thể chứa mầm bệnh và chất kháng sinh. Tuy nhiên, việc quản lý và kiểm soát chất lượng nước thải từ hình thức nuôi này vẫn chưa được quan tâm.

Công nghệ plasma lạnh có hiệu quả cao trong việc xử lý các vi sinh vật (Coliforms và *E.coli*), phân hủy các hợp chất hữu cơ ở điện áp cao trong nước thải và làm giảm khoảng 50% nồng độ fenobucarb trong nước thải hóa chất bảo vệ thực vật (Nguyễn Văn Dũng, 2015; Jiang và cs., 2012; Clifford, 1999; Hey, 2013; Tichonovas và cs., 2013). Plasma lạnh có thể phân rã dư lượng thuốc kháng sinh sulfadiazine được sử dụng trong chăn nuôi gia súc với hàm lượng 10 mg/L (Rong và cs., 2014). Keo tụ - tạo bông rất có hiệu quả

trong việc loại bỏ chất rắn lơ lửng, hỗ trợ cho các công đoạn tiếp sau như lắng hay lọc hoạt động hiệu quả. Trong nghiên cứu này, diễn biến chất lượng nước trong ao nuôi cá lóc lót bạt và hiệu quả của hai công nghệ plasma lạnh và keo tụ - tạo bông trong xử lý nước thải từ ao nuôi cá được đánh giá.

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ PHƯƠNG TIỆN NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Sự biến động chất lượng của nước ao nuôi được khảo sát và đánh giá tại ao nuôi cá lóc lót bạt. Hiệu quả xử lý nước thải ao nuôi cá lóc lót bạt bằng hệ thống kết hợp hai công nghệ xử lý được đánh giá qua mô hình qui mô phòng thí nghiệm.

2.2. Lấy mẫu đánh giá chất lượng nước ao nuôi cá

Chất lượng nước trong ao nuôi cá lóc lót bạt được khảo sát tại một ao nuôi thuộc huyện Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long. Ao nuôi được xây dựng nổi hoàn toàn trên mặt đất. Diện tích của ao nuôi là 4 m x 3 m, chiều cao là 1,2 m. Ao được cấu tạo với vật liệu chính là khung tre được bao xung quanh và vãi bạt cao su được lót phía trong khung. Ao được cố định bằng các trụ gỗ và được bao bởi lưới thép B40 nhằm bảo vệ lớp vãi bạt. Mực nước trong ao được giữ ổn định với độ sâu 1 m bằng ống xả chống tràn khi có mưa hay kiểm soát nước có thể bị tràn khi cấp. Nước trong ao được thay định kỳ thông qua ống xả đáy có đường kính 0,09 m.

Mẫu nước được sử dụng để đánh giá chất lượng nước ao nuôi được thu dạng mẫu gộp ở 4 góc của ao. Tại mỗi góc ao, 2 lít nước được lấy và trộn đều, các thông số chất lượng nước tại hiện trường (pH, DO, nhiệt độ và EC) được xác định. Sau đó nước được trữ trong chai nhựa 2 lít và vận chuyển về phòng thí nghiệm để phân tích các chỉ tiêu như Bảng 1. Riêng chỉ tiêu tổng coliform, nước được lấy và chứa trong lọ thủy tinh đã được rửa sạch theo quy định. Mẫu nước ao

được lấy tại những thời điểm nuôi khác nhau để đánh giá chất lượng nước.



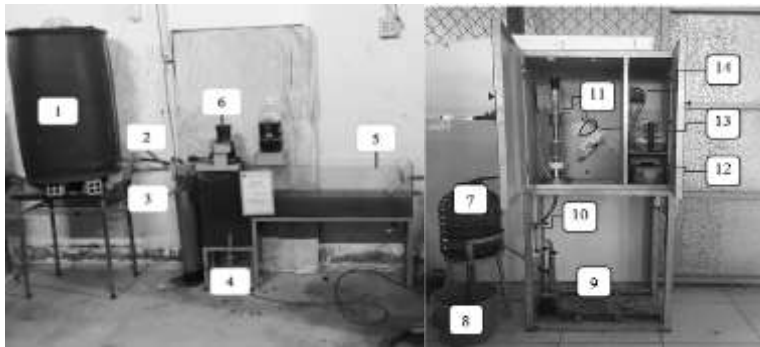
Hình 1. Bể nuôi cá lóc lóc bạt

Nước sử dụng cho thí nghiệm đánh giá hiệu quả xử lý của mô hình được lấy tại

cổng xả của ao nuôi cá lóc lóc bạt. Thể tích nước cần cho một lần thí nghiệm dao động từ 100 - 300 lít. Số lần lặp lại của thí nghiệm là 3 lần. Các chỉ tiêu chất lượng của nước được đo đạc ở đầu vào và đầu ra của từng công đoạn của mô hình xử lý.

2.3. Mô hình xử lý nước và bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu xử lý nước thải cá lóc ao lóc bạt được thực hiện trên mô hình quy mô phòng thí nghiệm, gồm 2 cụm: cụm bể keo tụ - tạo bông và cụm plasma lạnh với công suất 2,88 m³/ngày (Hình 2).



(a) bể keo tụ - tạo bông

(b) cụm plasma lạnh

Hình 2. Mô hình hệ thống xử lý nước thải ao nuôi cá lóc

1. Bình marriot
2. Lưu lượng kế
3. Ngăn khuấy nhanh
4. Ngăn khuấy chậm
5. Ngăn lắng
6. Máy khuấy

7. Thùng chứa nước đầu vào
8. Thùng chứa nước đầu ra
9. Máy bơm
10. Lưu lượng kế
11. Cột plasma
12. Bộ nguồn
13. Máy thổi khí
14. Công tắc điều khiển

Nước thải nuôi cá lóc được cho vào bể keo tụ - tạo bông, tại đây phèn Polyaluminium Chloride (PAC) 10% được châm vào với liều lượng phù hợp. Nước sau keo tụ, để lắng 30 phút, được bơm vào buồng plasma với lưu lượng xác định. Cụm plasma lạnh được chế tạo theo nghiên cứu của Nguyễn Văn Dũng và cs. (2017), được điều chỉnh với điện áp ở 17 kV, lưu lượng không khí vào cột plasma trực tiếp 4 L/phút,

và cột plasma gián tiếp 10 L/phút. Sau khi được xử lý bằng plasma lạnh, nước đầu ra được phân tích đánh giá chất lượng trước khi thải ra ngoài môi trường.

Thí nghiệm chọn liều lượng phèn thích hợp cho quá trình keo tụ - tạo bông

Nước thải đầu vào được thí nghiệm Jartest trên 6 cốc 1 lít với 6 liều lượng phèn PAC được chọn, tốc độ khuấy trộn: 150 vòng/phút (khuấy nhanh), 50 vòng/phút

(khuấy chậm). Kết quả đo đặc độ đục cho thấy lượng phèn PAC 250 mg/L là thích hợp nhất cho quá trình xử lý. Trên cơ sở của liều lượng phèn này, mô hình xử lý nước thải được vận hành với 3 lần lặp lại.

Thí nghiệm xác định lưu lượng và số lần hoàn lưu nước ở cột plasma

Thí nghiệm xác định lưu lượng và số lần hoàn lưu thích hợp được thực hiện thông qua khảo sát 9 nghiệm thức: 1,5 + 1 (Lưu lượng 1,5 L/phút + Số lần hoàn lưu 1 lần); 1,5 + 2; 1,5 + 3; 2 + 1; 2 + 2; 2 + 3; 2,5 + 1; 2,5 + 2; 2,5 + 3. Nghiệm thức được chọn

ứng với lưu lượng và số lần hoàn lưu sao cho giá trị độ đục, EC, COD và khả năng sinh NO_3^- là thấp nhất.

2.4. Phân tích mẫu nước

Các chỉ tiêu chất lượng nước của mỗi thí nghiệm được phân tích bằng các phương pháp tương ứng được trình bày trong bảng 1. Các quy trình phân tích tuân theo tiêu chuẩn “Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012)” bằng các thiết bị tại phòng thí nghiệm thuộc Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ.

Bảng 1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu

Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp
pH	-	TCVN 6492:2011
EC	$\mu\text{S}/\text{cm}$	TCVN 7324: 2004
Độ đục	NTU	TCVN 6184 - 1996
SS	mg/L	TCVN 6625:2000
COD	mg/L	TCVN 6491:1999
BOD ₅	mg/L	SMEWW 5210 B
Nitrit (NO_2^-)	mg/L	TCVN 6178 - 1996
Nitrat (NO_3^-)	mg/L	TCVN 6180 - 1996
Tổng ni-tơ Kjeldahl (TKN)	mg/L	TCVN 6638-2000
Tổng phốt-pho (TP)	mg/L	SMEWW:4500-P
Tổng coliforms	MPN/ 100mL	TCVN 8775:2011

2.5. Xử lý số liệu

Số liệu chất lượng nước trước và sau xử lý bằng mô hình được thống kê mô tả và so sánh bằng phần mềm Microsoft Excel 2013.

Chất lượng nước sau xử lý bằng mô hình được đánh giá bằng cách so sánh với giá trị cho phép của quy định kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp QCVN 40:2011/BTNMT (BTNMT, 2011).

3. KẾT QUẢ

3.1. Thông tin nuôi cá lóc trong ao lót bạt

Nguồn nước cấp cho ao nuôi là nước sông đã qua xử lý bằng phương pháp keo tụ, lắng và khử trùng nhằm loại bỏ chất rắn lơ lửng, chất hữu cơ và vi sinh vật gây bệnh. Nước thải từ ao nuôi được xả thải định kỳ qua đường ống xả đáy với lượng nước thải

bỏ chiếm 50% thể tích nước trong ao. Sau đó, lượng nước cấp được bổ sung với thể tích tương ứng lượng nước thải. Tần suất thay nước tăng dần theo thời gian nuôi. Cá lóc giống được thả nuôi với mật độ là 114 con/m², với kích thước trung bình là 10 mm. Thức ăn cho cá là thức ăn công nghiệp dạng viên được thay đổi theo giai đoạn phát triển của cá. Trong giai đoạn từ 3 tháng nuôi trở đi, cá được cho ăn với loại thức ăn công nghiệp hiệu Himart HC01, với thành phần chính gồm protein (40%), canxi (1 - 2,5%), phospho tổng (1 - 2,5%), chất béo tổng 6 - 8%). Tần suất cho ăn là 2 lần trong ngày, lúc 8 giờ và 17 giờ. Cá được cho ăn bằng cách rải trực tiếp thức ăn trên mặt ao với liều lượng thức ăn tăng dần theo khối lượng của cá nuôi.

3.2. Diễn biến chất lượng ao nuôi

Nước thải ao nuôi cá lóc lột bạt được lấy theo hình thức lấy mẫu tổ hợp từ bốn góc của ao để đánh giá diễn biến chất lượng nước ao. Chất lượng nước ao nuôi ở giai đoạn 1, 3 và 5 tháng nuôi được thể hiện ở Bảng 2. Qua 3 đợt lấy mẫu, nước ao nuôi có đặc điểm theo đánh giá cảm quan như sau: nước thải thường có màu xanh, mùi hôi của bùn và mùi tanh của cá. Nhiệt độ của nước thải dao động trong khoảng 25,4 °C đến 30,7°C. Nguyên nhân của sự dao động là do nhiệt độ nước ao nuôi phụ thuộc vào nhiệt

độ của môi trường xung quanh và năng lượng của quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ trong ao. Khoảng nhiệt độ này thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cá lóc. Theo Pillay và Kutty (1990), nhiệt độ thích hợp cho cá lóc từ 25 - 35°C và cá lóc chịu đựng được nhiệt độ thấp từ 15°C và lên đến 40°C. Giá trị pH trung bình ghi nhận được qua các đợt lấy mẫu là $6,53 \pm 0,10$. Giá trị pH này khá phù hợp với điều kiện sống của cá trong ao nuôi. Cá lóc có khả năng chịu đựng trong môi trường nước có pH thấp 4 - 5 và khoảng thích hợp từ 6,5 - 8,5 (Courtenay và cs., 2004).

Bảng 2. Chất lượng ao nuôi cá lóc lột bạt

Chi tiêu	Đơn vị	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3	Trung bình (n = 3)
Nhiệt độ	°C	28,3	25,4	30,7	$28,1 \pm 2,65$
pH	-	6,75	6,27	6,32	$6,53 \pm 0,26$
EC	µS/cm	280	270	323	291 ± 28
DO	mg/L	0,3	0,77	0,67	$0,58 \pm 0,25$
SS	mg/L	98,7	118,7	66,7	$94,7 \pm 26,23$
COD	mg/L	99,3	160,4	118,8	$159,5 \pm 40,26$
TKN	mg/L	15,7	22,4	16,7	$18,3 \pm 3,6$
TP	mg/L	6,5	10,9	1,4	$6,27 \pm 4,75$
NO ₃ ⁻	mg/L	0,55	1,62	1,02	$1,06 \pm 0,54$
NO ₂ ⁻	mg/L	0,5	0,2	0,1	$0,27 \pm 0,21$
Coliforms	MPN/100mL	4600	4600	2400	3867 ± 1270

Sau dấu ± là độ lệch chuẩn (n = 3)

Nồng độ oxy hòa tan (DO) trong nước thải ao cá thông thường từ 4 - 8 mg/L. Ở nghiên cứu này, giá trị trung bình DO đo đạc được rất thấp ($0,58 \pm 0,07$ mg/L). Nguyên nhân là do mật độ nuôi trong ao cao (114 con/m^2) nên nhu cầu tiêu thụ oxy nhiều dẫn đến nồng độ oxy hòa tan thấp. Mặc khác, sự phát triển của tảo trong ao cũng làm giảm lượng oxy hòa tan trong nước ao. Theo kết quả đo đạc giá trị DO thấp ở cả 3 đợt đo vào buổi sáng sớm. Vào thời điểm này, lượng DO thấp có thể do tảo hô hấp đã lấy oxy trong nước ở đêm trước. Giá trị DO trong ao nuôi cá, còn phụ thuộc vào số lần thay nước và lượng nước được thải bỏ. Trong thời gian đầu, cá còn nhỏ lượng thức ăn chưa nhiều nên tần suất thay nước thấp, mỗi lần chỉ thay khoảng 30% nước trong ao.

Khi cá được nuôi khoảng 3 tháng, thì tần suất thay nước nhiều hơn, mỗi lần thay khoảng 60 - 70% nước trong ao. Nồng độ DO của nước trong ao có xu hướng giảm theo thời gian nuôi còn do sự phân hủy hàm lượng chất hữu cơ trong ao và do nhu cầu oxy cho hoạt động hô hấp của cá tăng (Lefevre và cs., 2016).

Nồng độ chất rắn lơ lửng (SS) trong nước thải ao nuôi dao động lớn. Giá trị SS cao nhất lúc cá được nuôi khoảng 3 tháng (đợt 2) ($118,67$ mg/L). Thời điểm lấy mẫu lúc cá lớn, chất rắn lơ lửng cao vì lượng thức ăn dư thừa, chất thải của cá tăng. Nhu cầu oxy hóa học của nước trong ao nuôi cao và dao động trong khoảng từ $160 \pm 0,05$ đến $238 \pm 0,17$ mg/L. Kết quả đo đạc COD phù hợp với kết quả đo đạc DO, theo hướng hàm

lượng COD cao dẫn đến hàm lượng oxy hòa tan trong nước giảm.

Nhìn chung, diễn biến chất lượng nước trong ao nuôi cá lóc lột bọt được khảo sát qua từng thời điểm phát triển của cá. Hiện nay, vẫn chưa có quy định bắt buộc về chất lượng nước đối với ao nuôi cá lóc lột bọt. Tuy nhiên, nếu xét theo QCVN 40:2011/BTNMT - Quy định kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp, thì SS trong nước thải vượt giá trị cho phép theo cột A (50

mg/L) và giá trị trung bình của nồng độ COD cũng vượt quá giá trị trong cột B (150 mg/L). Nồng độ của các chỉ tiêu khác như NO_2^- , NO_3^- , TKN và TP khá cao, nhưng chúng vẫn nằm trong ngưỡng cho phép.

3.3 Kết quả xử lý nước thải

3.3.1. Xác định lưu lượng và số lần hoàn lưu nước ở cột plasma

Kết quả thí nghiệm xác định lưu lượng và số lần hoàn lưu ở cột plasma được thể hiện ở Bảng 3.

Bảng 3. Chất lượng nước sau xử lý ứng với thời gian lưu và số lần hoàn lưu nước ở cột plasma

Nghiệm thức	Độ đục (NTU)	COD (mg/L)	NO_3^- (mg/L)	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
NT 1,5+1	19,36	66,76	0,52	621
NT 1,5+2	19,36	69,14	0,62	627
NT 1,5+3	19,37	68,96	0,77	623
NT 2+1	19,31	57,61	0,53	620
NT 2+2	19,32	59,99	0,63	626
NT 2+3	19,33	59,81	0,78	622
NT 2,5+1	19,56	71,13	0,51	620
NT 2,5+2	19,56	73,5	0,60	626
NT 2,5+3	19,57	73,32	0,75	622

NT a+b (a: lưu lượng qua cột plasma; b: số lần hoàn lưu nước qua cột)

Kết quả thí nghiệm cho thấy nghiệm thức với lưu lượng 2 L/phút và số lần hoàn lưu 1 lần có độ đục, COD, EC nhỏ nhất so với các nghiệm thức còn lại. Thêm vào đó, ở 1 lần hoàn lưu, lượng NO_3^- sinh ra có nồng độ thấp nhất ở các nghiệm thức. Do vậy, mức lưu lượng và số lần hoàn lưu 2+1 được chọn để vận hành thí nghiệm chính thức.

3.3.2. Chất lượng nước sau xử lý

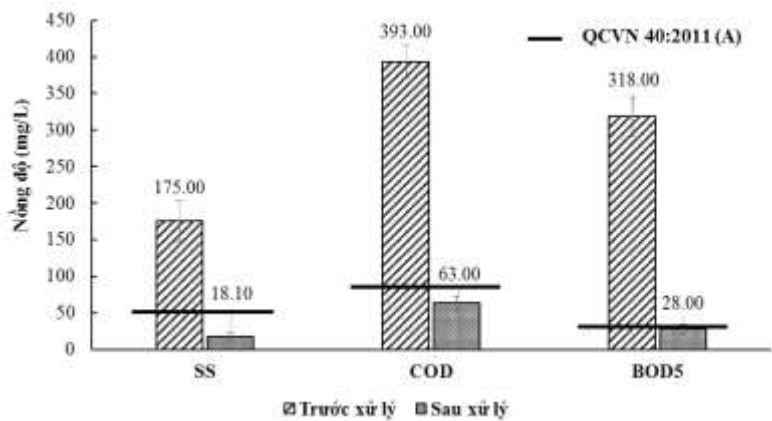
Giá trị pH trung bình của nước thải đầu vào nằm trong khoảng cận trung tính ($6,7 \pm 0,3$). pH của nước sau xử lý plasma thường giảm, với pH trung bình là $6,31 \pm 0,27$, nằm trong khoảng cho phép của QCVN 40:2011/BTNMT, đạt cột A. Trong quá trình tạo plasma, khí N_2 có trong không khí được cấp vào mô hình bị oxy hóa thành NO_x , HNO_2 và HNO_3 (Nguyễn Văn Dũng, 2015; Dojcinovic và cs., 2011; Manoj và Reddy, 2014) làm cho pH của nước sau xử lý giảm nhưng không đáng kể do thời gian xử lý bằng plasma lạnh ngắn. Độ dẫn điện

của nước thải tăng qua các công đoạn xử lý. Sau công đoạn keo tụ và plasma lạnh, EC tăng từ $592 \pm 42 \mu\text{S}/\text{cm}$ lên $686 \pm 79 \mu\text{S}/\text{cm}$. Sự tăng này một phần do ảnh hưởng từ quá trình phân ly của phèn PAC tạo ra các ion tồn tại trong nước như H^+ , Cl^- , Al^{3+} từ quá trình keo tụ, cộng thêm lượng ion tạo ra khi plasma hoạt động (Nguyễn Văn Dũng, 2015; Jiang và cs., 2012; Clifford, 1999; Hey, 2013; Tichonovas và cs., 2013). Độ đục của nước thải đầu vào có giá trị cao, 164 ± 19 NTU. Kết quả thí nghiệm cho thấy độ đục của nước sau xử lý giảm mạnh còn $10,8 \pm 11$ NTU, đạt hiệu suất xử lý 93,4%. Độ đục được xử lý với hiệu quả cao chỉ ở công đoạn keo tụ, không có dấu hiệu giảm khi xử lý bằng cột plasma. Tổng coliforms của nước thải đầu vào khá cao, 21000 MPN/100 mL. Sau xử lý bằng keo tụ và plasma lạnh, nồng độ tổng coliforms giảm xuống còn 860 ± 33 MPN/100mL, hiệu suất xử lý đạt 96%, đạt tiêu chuẩn xả thải cột A (QCVN

40:2011/BTNMT). Tổng coliforms được xử lý một phần ở công đoạn keo tụ do quá trình vi khuẩn bám dính vào các bông cặn lắng xuống. Bên cạnh đó, tia UV và sóng xung kích sinh ra trong quá trình plasma hoạt động gây vô hiệu hóa DNA của vi rút, vi khuẩn và các mầm bệnh khác, phá hủy liên kết giữa các axit nucleic đơn phân kề nhau trong DNA của vi sinh vật gây chết vi sinh hoặc gây ra sự xáo trộn mã di truyền trong phân tử ngăn chặn sự tái tạo, dịch mã (Nguyễn Đình Thạch và Nguyễn Ngọc Sơn, 2016). Chính khả năng này mà công nghệ xử plasma lạnh có hiệu quả rất cao trong

việc khử trùng nước (Nguyễn Văn Dũng, 2015; Lackmann và cs., 2013).

Chất rắn lơ lửng (SS) của nước thải đầu vào khá cao (175 ± 28 mg/L). Qua quá trình xử lý nồng độ SS giảm còn $18,1 \pm 5,02$ mg/L, tương ứng với hiệu suất xử lý SS gần 90%. Nồng độ SS sau xử lý thấp hơn giá trị cho phép cột A QCVN 40:2011/BTNMT. Lượng SS giảm chủ yếu từ quá trình keo tụ, các ion được tạo ra khi PAC bị thủy phân có khả năng trung hòa điện tích các hạt keo, hình thành kết tủa $Al(OH)_3$ hấp phụ các hạt keo và kéo theo chất rắn lơ lửng trong nước thải lắng xuống (Bùi Thị Tuyết Loan, 2012; Lê Hoàng Việt và cs., 2017).



Hình 3. Nồng độ SS, COD và BOD₅ trước và sau xử lý

Nồng độ COD giảm từ 393 ± 23 mg/L xuống còn $63 \pm 9,5$ mg/L, thấp hơn QCVN 40:2011/BTNMT (cột A), với hiệu suất xử lý 84%. Các chất hữu cơ trong nước thải tồn tại ở dạng SS hay dạng hòa tan (Lê Hoàng Việt và cs., 2017). Khi nồng độ SS giảm thì nồng độ COD cũng giảm. Bên cạnh đó, quá trình oxy hoá chuyển hoá các chất hữu cơ trong nước thải bởi các tác nhân: ozone, H_2O_2 , $\cdot OH$, O^* , H^* , O_2^* , HO_2^* , các sóng xung kích, điện trường và tia UV sinh ra khi plasma hoạt động (Jiang và cs., 2012) làm giảm hàm lượng chất hữu cơ trong nước, kéo theo nồng độ COD cũng giảm (Lê Hoàng Việt và cs., 2017). Tuy nhiên, hiệu quả xử lý COD ở công đoạn plasma không

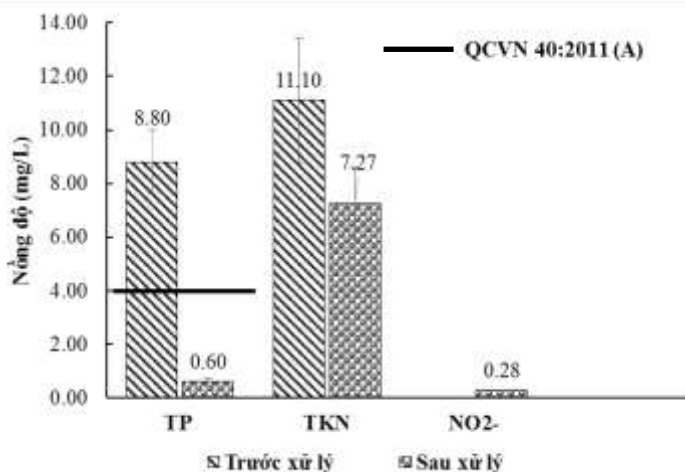
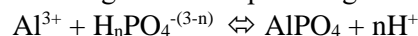
cao, chưa đủ để oxy hóa hoàn toàn các chất hữu cơ.

Thành phần nước thải ở bể nuôi cá lóc chủ yếu là các chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học cho nên quá trình keo tụ tạo bông dễ dàng loại bỏ các thành phần này thông qua cơ chế hấp phụ các chất hữu cơ trên bề mặt của các hạt keo, kết hợp với quá trình oxy hóa ở công đoạn xử lý bằng plasma lạnh phía sau. Kết quả nồng độ BOD₅ của nước thải đầu ra giảm còn $28 \pm 6,5$ mg/L, thấp hơn QCVN 40:2011/BTNMT cột A, với hiệu suất xử lý là 91%.

Nồng độ tổng phốt - pho của nước thải đầu vào không cao nên việc loại bỏ thành phần này khá đơn giản thông qua cơ chế của quá trình keo tụ tạo bông. Kết quả

phân tích cho thấy nồng độ tổng phốt - pho giảm mạnh từ $8,8 \pm 1,2$ mg/L xuống còn $0,6 \pm 0,15$ mg/L. Công đoạn plasma lạnh phía sau không có khả năng xử lý phốt - pho. Lượng phốt - pho giảm là do phèn PAC

phản ứng với các dạng ortho phốt-pho và poly phốt-pho trong nước thải tạo thành kết tủa AlPO_4 và lắng xuống làm giảm nồng độ TP trong nước theo phản ứng sau:



Hình 4. Nồng độ TP, TKN và NO₂⁻ trước và sau xử lý

Đối với chỉ tiêu TKN, chỉ tiêu này được xử lý hiệu quả ở công đoạn keo tụ, còn công đoạn plasma lạnh chỉ xử lý nó được khoảng 3%. Cụ thể sau khi nước thải qua công đoạn keo tụ - tạo bông, TKN giảm từ $11,1 \pm 2,3$ mg/L xuống còn $7,27 \pm 1,34$ mg/L. Các chất nitơ hữu cơ và NH_4^+ bám trên các hạt keo và bông cặn lắng xuống sau công đoạn keo tụ - tạo bông cặn giảm làm nồng độ TKN. Ngoài ra, một phần nhỏ các chất nitơ hữu cơ bị oxy hóa và phân hủy thành các chất vô cơ dưới tác động của plasma.

Như đã đề cập ở trên, hoạt động của plasma lạnh làm sản sinh các tác động phụ không mong muốn như tạo ra NO_3^- và NO_2^- (Nguyễn Văn Dũng, 2015; Jiang và cs., 2012; Clifford, 1999; Hey, 2013; Tichonovas và cs., 2013). Trong thí nghiệm này, nồng độ NO_3^- ở nước thải đầu vào mô hình không phát hiện. Sau khi xử lý qua

công đoạn plasma lạnh, nitrate cũng không sinh ra có thể do thời gian xử lý ở công đoạn plasma ngắn. Riêng đối với chỉ tiêu nitrit (NO_2^-), nồng độ đầu vào không phát hiện. Tuy nhiên, nitrit lại được phát hiện sau công đoạn xử lý bằng plasma lạnh, nhưng nồng độ không quá cao, ($0,227$ mg/L), không đáng lo ngại.

Nhìn chung, việc kết hợp hai phương pháp keo tụ - tạo bông và plasma lạnh trên mô hình phòng thí nghiệm cho thấy hiệu quả cao trong việc xử lý nước thải ao nuôi cá lóc. Các chỉ tiêu chất lượng nước sau xử lý được so sánh với QCVN 40:2011/BTNMT (cột A) như ở Bảng 4. Việc vận hành mô hình bể keo tụ - tạo bông để xử lý loại nước thải ao cá lóc cho hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm cao. Tuy nhiên, quá trình keo tụ bằng phèn PAC tạo thêm một số muối hòa tan trong nước làm độ dẫn điện trong nước tăng cao ảnh hưởng đến hiệu suất sinh plasma của mô hình plasma lạnh.

Bảng 4. Nồng độ một số chỉ tiêu của nước sau xử lý ở mô hình phòng thí nghiệm

Chi tiêu	Giá trị	QCVN40:2011/ BTNMT (A)
pH	6,31	6,0÷9,0
Độ đục (NTU)	10,8	-
SS (mg/L)	18,1	50
COD (mg/L)	63	75
BOD ₅ (mg/L)	28	30
Nitrite (mg/L)	0,28	-
Nitrate (mg/L)	KPH	-
TP (mg/L)	0,6	4
TKN (mg/L)	7,27	-
Tổng coliform (MPN/100 ml)	680	3000

Hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm ở công đoạn plasma lạnh thấp. Điện áp sử dụng không phù hợp cho việc hình thành các tác nhân oxy hóa mạnh trong nước để oxy hóa và phân hủy các chất ô nhiễm. Hiệu quả xử lý nước thải của mô hình phòng thí nghiệm cao, trừ giá trị EC sau xử lý tăng. Nước thải sau xử lý của hệ thống đạt cột A của QCVN 40:2011/BTNMT.

4. KẾT LUẬN

Kết quả theo dõi chất lượng nước ao nuôi cá lóc lột bọt cho thấy chất lượng nước thay đổi theo từng thời điểm phát triển của cá. Nước thải bị ô nhiễm hữu cơ, dưỡng chất và tổng rắn lơ lửng và một số mầm bệnh phát sinh trong quá trình nuôi. Điều này ảnh hưởng đến chất lượng nước cũng như gây ô nhiễm môi trường khi phát thải ra ngoài.

Mô hình công nghệ kết hợp giữa keo tụ - tạo bông và plasma lạnh có hiệu quả trong việc xử lý nước thải ao nuôi cá lóc. Các chỉ tiêu của nước sau khi xử lý đạt qui chuẩn QCVN 40:2011-BTNMT. Tuy nhiên, hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm ở công đoạn plasma còn thấp. Cần nghiên cứu nâng cao khả năng hình thành tác nhân oxy hoá khi plasma hoạt động để tăng hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14 - P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản. Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

- Bùi Thị Tuyết Loan. (2012). *Nghiên cứu phương pháp xử lý nước thải công nghiệp in*. Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- BTNMT. (2011). (5/8/2020). *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp (QCVN 40:2011/BTNMT)*. Bộ Tài nguyên Môi trường. Khai thác từ <https://emas.tdtu.edu.vn/sites/emas/files/EMAS/V%C4%83n%20b%E1%BA%A3n%20ph%C3%A1p%20lu%E1%BA%ADt/qcvn-40-n%C6%B0%E1%BB%9Bc-th%E1%BA%A3i-cn.pdf>
- Dương Nhật Long, Lam Mỹ Lan và Nguyễn Anh Tuấn. (2014). *Kỹ thuật nuôi cá nước ngọt*. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.
- Khoa Thủy sản. (2017). (2/1/2020). *Sự phát triển bền vững nghề nuôi cá lóc ở Việt Nam*. Khai thác từ <https://aquafishcrsp.oregonstate.edu/sites/aquafishcrsp.oregonstate.edu/files/16pdv01uc-poster-vn-8.11.2017.pdf>
- Lê Hoàng Việt, Trần Phương Bình, Mai Trung Hậu và Nguyễn Võ Châu Ngân. (2017). Khảo sát một số thông số vận hành quy trình keo tụ - tạo bông kết hợp fenton xử lý nước thải nhà máy in. *Tạp chí Khoa học: Môi trường và Biến đổi khí hậu, Trường Đại học Cần Thơ*, (1), 162 - 172.
- Lê Xuân Sinh và Đỗ Minh Chung. (2009). Khảo sát các mô hình nuôi cá lóc (*channa micropeltes* và *channa striatus*) ở Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 436 - 447.
- Nguyễn Đình Thạch và Nguyễn Ngọc Sơn. (2016). *Nghiên cứu tính chọn lọc và mô phỏng lò UV trong hệ thống xử lý nước ballast*. Đại học Hàng hải Việt Nam.

Nguyễn Văn Dũng, Mai Phước Vinh, Nguyễn Thị Loan và Phạm Văn Toàn. (2017). Nghiên cứu ứng dụng công nghệ plasma lạnh trong xử lý nước. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng*, 1(101), 11 - 15.

Nguyễn Văn Dũng. 2015. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ plasma lạnh trong xử lý nước: Tổng hợp tài liệu. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, (36), 106 - 111.

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

APHA. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington D.C.

Clifford, D. A. (1999). Chapter 9: Ion exchange and inorganic adsorption. In R. D. Letterman (Eds), *Water quality & treatment - a handbook of community water supplies*. American water works association.

Courtenay, W. R., Williams, J. D., Britz, R., Yamamoto, M. N., & Loiselle, P. V. (2004). Identity of introduced Snakeheads (Pisces, Channidae) in Hawaii and Madagascar, with comments on Ecological concern. Bishop Museum Occasional papers.

Dang Kim Pham, Chu, J., Nga, T. T. D., Brose, F., Degand, G., Delahaut, P., De Pauw, E., Douny, C., Van Nguyen, K., Vu, T. D., Scippo, M., & Wertheim, H. (2015). Monitoring Antibiotic Use and Residue in Freshwater Aquaculture for Domestic Use in Vietnam. *EcoHealth*, 12(3), 480 - 489.

Dojcinovic, B. P., Roglic, G. M., Obradovic, B. M., Kuraica, M. M., Kostic, M. M., Nestic, J., & Manojlovic, D. D. (2011). Decolorization of reactive textile dyes using water falling film dielectric barrier discharge. *Journal of Hazardous Material*, 192(2), 763 - 771.

Hey, G. (2013). *Application of chemical oxidation processes for the removal of pharmaceuticals in biologically treated*

wastewater. Faculty of Engineering of Lund University.

Jiang, B., Zheng, I., Lu, I., Liu, Q., Wu, M., Yan, Z., Qiu, S., Xue, Q., Wei, Z., Xiao, H., & Liu, M. (2012). Degradation of organic dye by pulsed discharge non-thermal plasma technology assisted with modified activated carbon fibers. *Chemical engineering journal*, 215 - 216, 969 - 978.

Lackmann, J. W., Schneider, S., Edengeiser, E., Jarzina, F., Brinckmann, S., & Steinborn, E. (2013). Photons and particles emitted from cold atmospheric pressure plasma inactivate bacteria and biomolecules independently and synergistically. *Journal of the Royal Society Interface*, 10(89), 1 - 12.

Lefevre, S., Bayley, M., McKenzie, D. J. (2016). Measuring oxygen uptake in fishes with bimodal respiration. *Journal of Fish Biology*, 88(1), 206 - 231.

Manoj, P., & Reddy, K. (2014). *Degradation of aqueous organic pollutants by catalytic non-thermal plasma based advanced oxidation process*. Department of Chemistry, Indian Institute of Technology Hyderabad.

Pillay, T. V. R., & Kutty, M. N. (1990). *Aquaculture Principle and Practices (Fishing News Book)*, (1st ed.). Wiley-Blackwell Publisher.

Rong, S. P., Sun, Y. B., & Zhao, Z. H. (2014). Degradation of sulfadiazine antibiotics by water falling film dielectric barrier discharge. *Chinese Chemical Letter*, 25(1), 187 - 192.

Tichonovas, M., Krugly, E., Racys, V., Hippler, R., Kauneliene, V., Stasiulaitiene, I., & Martuzevicius, D. (2013). Degradation of various textile dyes as wastewater pollutants under dielectric barrier discharge plasma treatment. *Chemical Engineering Journal*, 229, 9 - 19.